

集合住宅の床遮音性能

改訂インピーダンス法による重量床衝撃音レベル計算法の検証

木田 寛治* 宮川 忠明* 野本 利英*

Sound Insulation Performance of Concrete Slab in a Condominium

Verification of heavyweight floor impact sound level calculation by impedance method

by Kanji KIDA, Tadaaki MIYAGAWA and Toshihide NOMOTO

Abstract

The correspondence of the calculation method for heavyweight floor impact sound by the impedance method that was revised last year with the actually surveyed data was investigated. Moreover the comparison with our original calculation method based on improved impedance method that has been using until now was attempt. I hope this report would be helpful for an offer of high quality and beneficial design for floor slab by improving the precision of calculation for floor interception performance.

要 旨

改訂されたインピーダンス法による重量床衝撃音レベル予測計算法が、実測値データとどのように対応しているのか。また、当社でこれまで採用してきた改良インピーダンス法による独自の計算法とどう対応しているのか、等について実施工物件での実測値との比較検討を試みた。要求性能を予測計算で求める確率を高めることによって、高品質でしかも無駄のない躯体スラブ設計を提供するための一助としたい。

キーワード：インピーダンス法／重量床衝撃音レベル／RC造スラブ

1. はじめに

2009年11月、集合住宅の床遮音設計法が改訂^[1]された。インピーダンス法による床衝撃音レベル予測手法は、実物件での実測値を基に作られたもので、旧計算式^[2]の適用範囲は、コンクリートスラブ厚100mm～250mm、スラブ面積10㎡～30㎡程度までとなっていた。その後、大型化したスパンへ対応させるため、衝撃インピーダンス特性の見直しが井上^[3]によって提案され、当社もそれらを参考に改良安藤式として運用してきた。建築学会による今回の改訂では、基本は旧式と変わらないが、その後各社から集められた実測値データを基に、20年前と比較して

大型化したスラブへの対応から、床スラブの振動性状、スラブ端部の拘束度、受音室の音響特性に基づく補正值に検討修正が加えられ、適用範囲は等価スラブ厚150mm～350mm、スラブ面積25㎡～120㎡となった。

集合住宅の建設は、躯体工事の大部分が非工業化の現場一品施工であり、同一プラン・同一仕様で施工される住戸数の単位はきわめて少なく、さらに昭和50年代までのようにプレハブ化した同一タイプの住戸を何度も繰り返し造り続けるというようなことも行われなくなってきた。

従って、床遮音性能スペックを効率的にクリアするためには、設計段階での精度の高い予測計算と確

* 技術研究所環境研究室

かな施工が要求される。

本報では、新しい学会式^[1]（新学会式）および改良安藤式と実測値の比較検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 躯体スラブ重量床衝撃音レベル予測計算

2.1 インピーダンス法による予測計算

表1に衝撃力レベル、表2に共振によるインピーダンスレベル補正值、表3に受音室の吸音率補正值を示す。

新学会式は、旧学会式と比較すると表1に示す衝撃力レベルが63Hzで+7dBとなっているが、表2に示す共振によるインピーダンスレベル補正值がマイナスになっているので、床衝撃音レベル計算結果としては従来式とほぼ同じ値になる。但し、新学会式は共振による補正值の周波数帯域を従来の1/1oct.から

表1 衝撃力周波数特性

	備考	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
衝撃力レベル 20logFrms(dB)	旧学会式	33	20	15	7
	安藤式	37	23	18	10
	新学会式	40	22	11.5	5.5

表2 共振によるインピーダンスレベル補正值
[A] 安藤式

一次固有振動数	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
31.5Hz帯域	-9	-9	-6	-3
(45Hz)	-12	-9	-6	-3
63Hz帯域	-15	-9	-6	-3

[B] 新学会式

一次固有振動数	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
14Hz~18Hz	0	0	0	0
18Hz~22Hz	-1	0	0	0
22Hz~28Hz	-2	0	0	0
28Hz~35Hz	-3	0	0	0
35Hz~45Hz	-6	-1	0	0
45Hz~56Hz	-9	-2	0	0
56Hz~71Hz	-12	-3	0	0
71Hz~90Hz	-8	-5	-1	0

表3 受音室の吸音率

		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
(竣工後)	安藤式	0.2	0.2	0.2	0.2
木質フローリング	新学会式	0.09	0.12	0.11	0.11
カーペット		0.09	0.1	0.12	0.13
畳		0.08	0.14	0.14	0.14

表4 スラブ内振動減衰補正值 Ld

スラブ面積m ²	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz
<40	-1.2	-2.3	-4	-6
40~70	-1.7	-2.9	-4.8	-6.8
70<	-2.2	-3.6	-5.6	-7.6

1/3oct.に細分化して、精度を高める工夫をしている。

また、新たに表4に示すスラブ面積に応じた振動減衰補正值が導入されたが、表3に示す受音室の吸音率等の係数を加味すると、これも従来式とほぼ等しくなる。

2.2 RC造単板スラブの重量床衝撃音レベル

建物完成後に床衝撃音レベル測定を実施したものについて、計算式との比較検討を行った。

図1 (G マンション) は、躯体スラブ厚 200 mm, スラブ面積 40 m²~44 m²。図2 (M マンション) は、躯体スラブ厚 230 mm, スラブ面積 25 m²~31 m²。図3 (H マンション) は、躯体スラブ厚 270 mm~310 mm, スラブ面積 34 m²~62 m²で、新学会式の適用範囲 (等価スラブ厚 150 mm~350 mm, スラブ面積 25 m²~120 m²) 内であった。

直床でL_H値決定周波数となる63Hzの値で実測値と計算値を比較すると、図1では、安藤式は-1dB~+4dB (1/4室で一致)、新学会式は-1dB~+2dB (1/4室で一致)、図2では、安藤式は-2dB~+1dB (1/4室で一致)、新学会式は-2dB~+5dB (1/4室で一致)、図3では、安藤式は-2dB~+8dB (一致室ナシ)、新学会式は±0dB~+6dB (1/8室で一致) となった。

図2 (Mマンション) と図3 (Hマンション) は、アウトフレーム構造で、図2 (Mマンション) LDは大梁から1.8m, 図3 (Hマンション) LDは大梁から1.8m~2.2mそれぞれ外壁面が後退したプランとなっている。計算上、外壁 (RC壁) の床剛性への寄与は考慮していない。

尚、図1~図6のグラフ横に添えたプランは、インピーダンス計算で梁とスラブとの拘束状況をシンプルに表すためデフォルメしており、実際のプランおよび縦横比をそのまま表してはいない。

2.3 ボイドスラブの重量床衝撃音レベル

図4 (To 住宅) 515LD と 507LD は、ボイドスラブ厚 260 mm (等価スラブ厚 237 mm), スラブ面積 63 m²~66 m², 512LD はボイドスラブ厚 300 mm (等価スラブ厚 266 mm)。図5 (N 住宅) は、ボイドスラブ厚 300 mm (等価スラブ厚 269 mm), スラブ面積 92 m²~93 m²。図6 (Ta 住宅) は、ボイドスラブ厚 250 mm (等価スラブ厚 231 mm), スラブ面積 55 m²~73 m²で、RCスラブと同じく新学会式の適用範囲内であった。

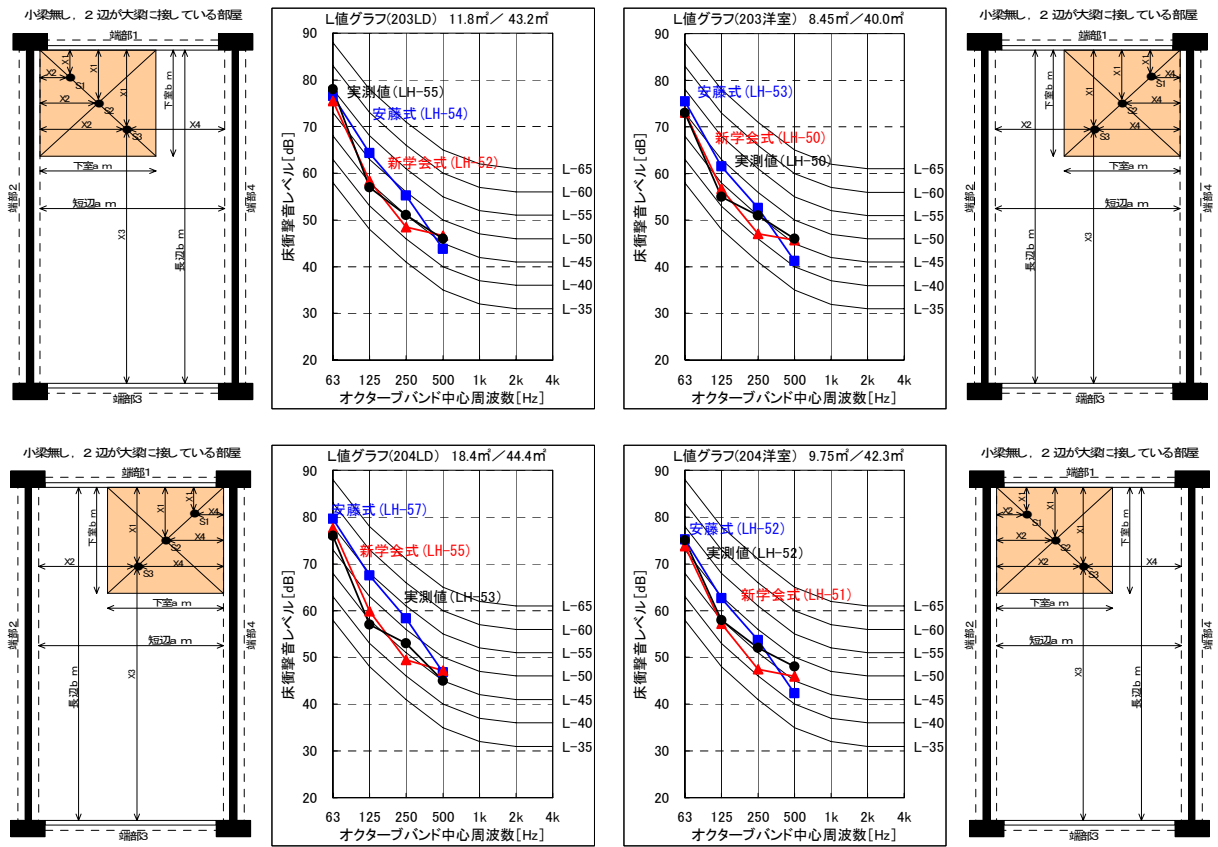


図1 計算値と実測値の比較 (Gマンション)

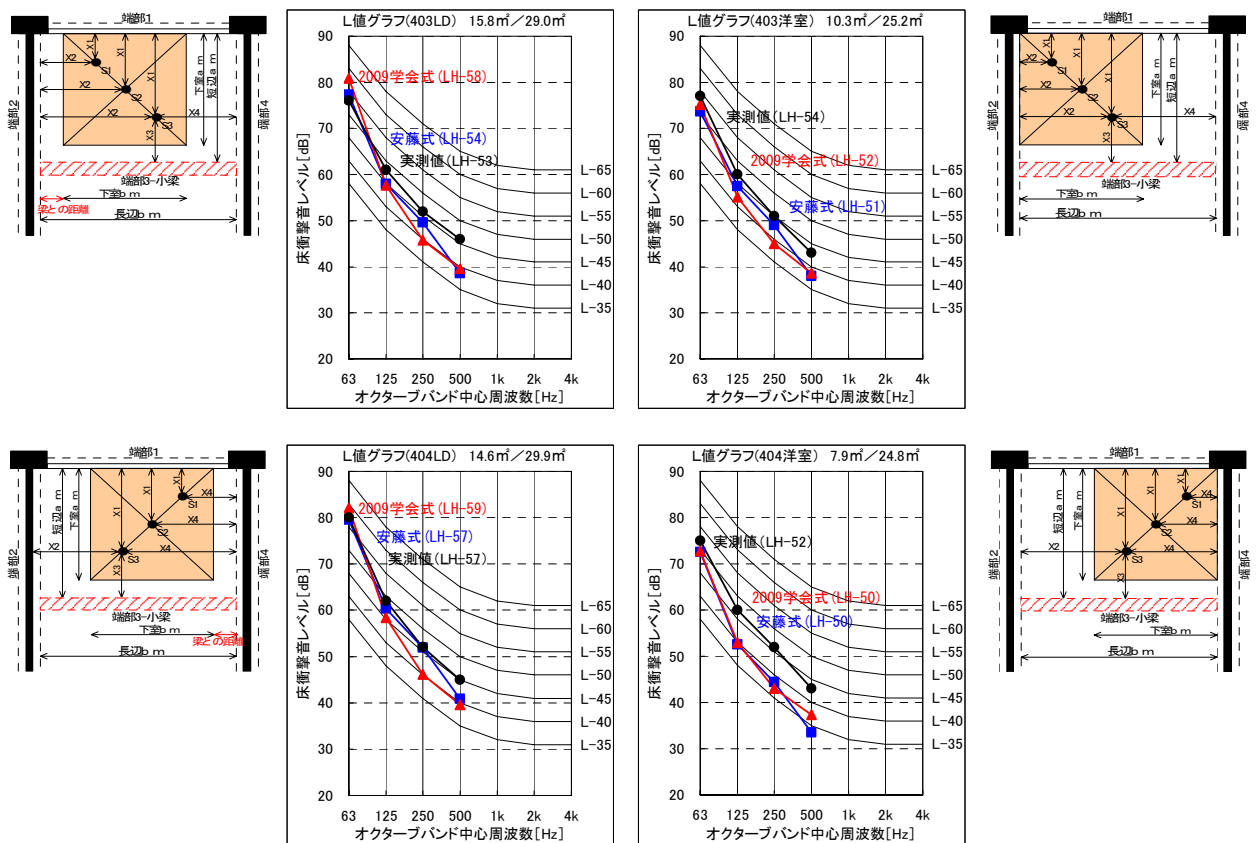


図2 計算値と実測値の比較 (Mマンション)

図5 (N住宅) LDは、アウトフレーム構造で、大梁から1.8m外壁面が後退したプランとなっている。尚、図4 (To住宅) と図5 (N住宅) はエスレンゴ

イドスラブ床、図6 (Ta住宅) はFR版ハーフPCaスラブ増し打ち床であった。

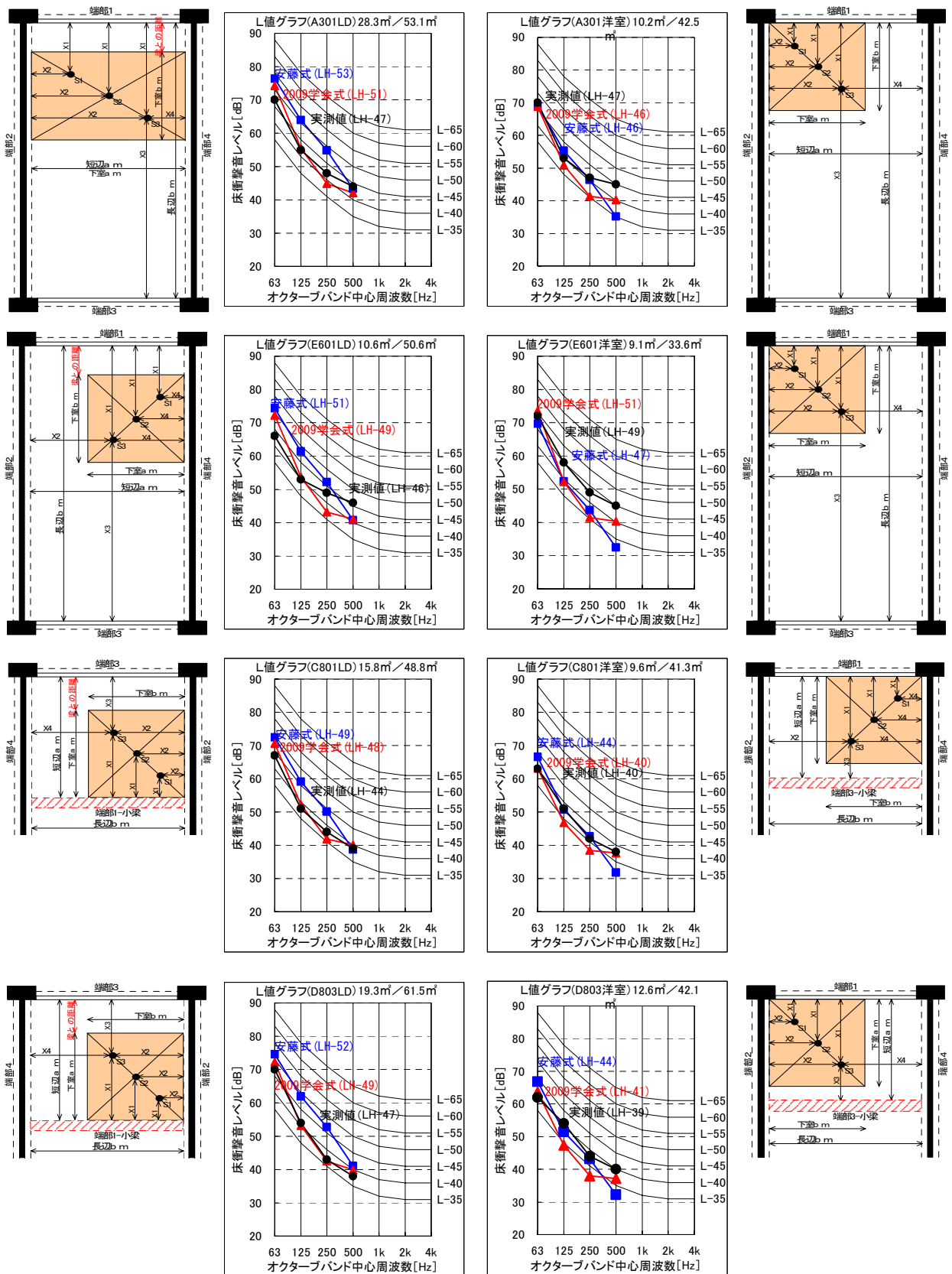


図3 計算値と実測値の比較 (Hマンション)

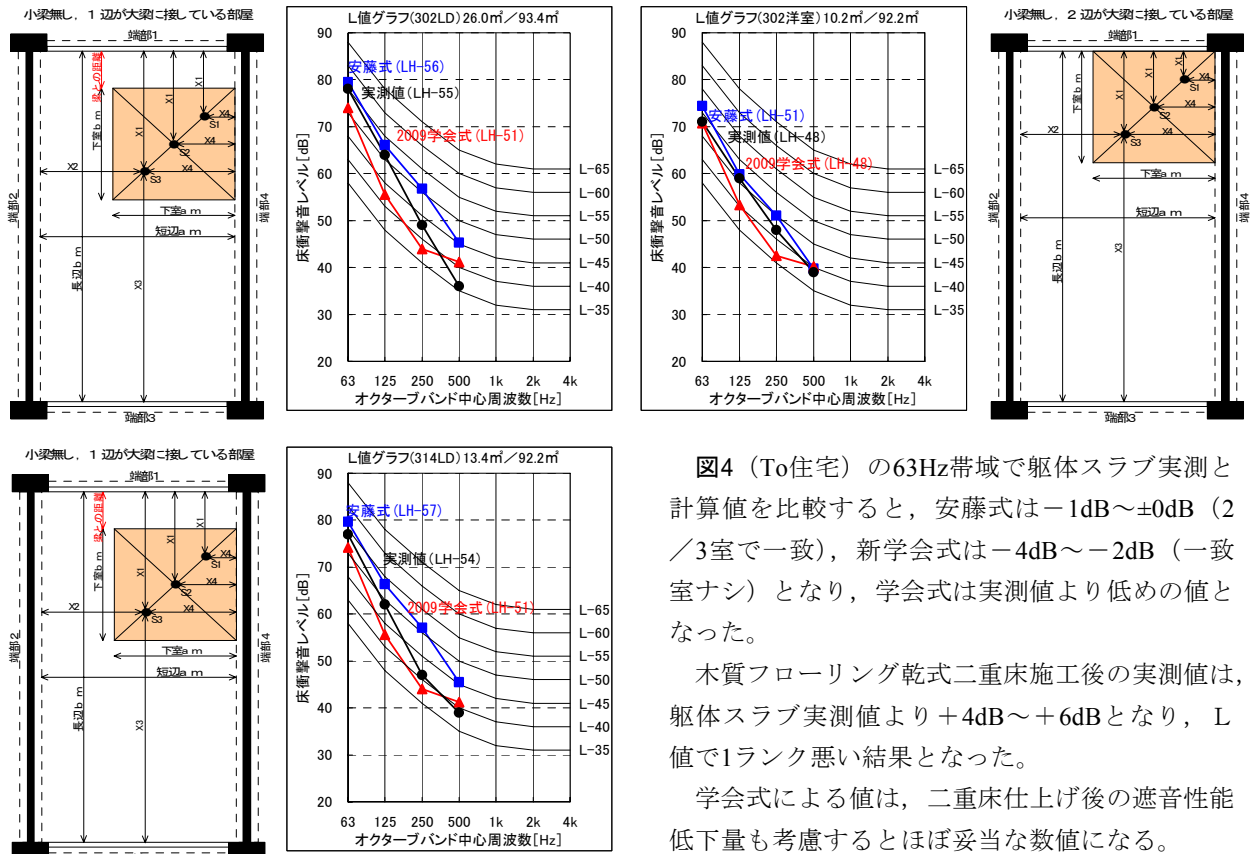


図4 (To住宅) の63Hz帯域で躯体スラブ実測と計算値を比較すると、安藤式は $-1\text{dB} \sim \pm 0\text{dB}$ (2/3室で一致)、新学会式は $-4\text{dB} \sim -2\text{dB}$ (一致室ナシ) となり、学会式は実測値より低めの値となった。

木質フローリング乾式二重床施工後の実測値は、躯体スラブ実測値より $+4\text{dB} \sim +6\text{dB}$ となり、L値で1ランク悪い結果となった。

学会式による値は、二重床仕上げ後の遮音性能低下量も考慮するとほぼ妥当な数値になる。

図4 計算値と実測値の比較 (To住宅)

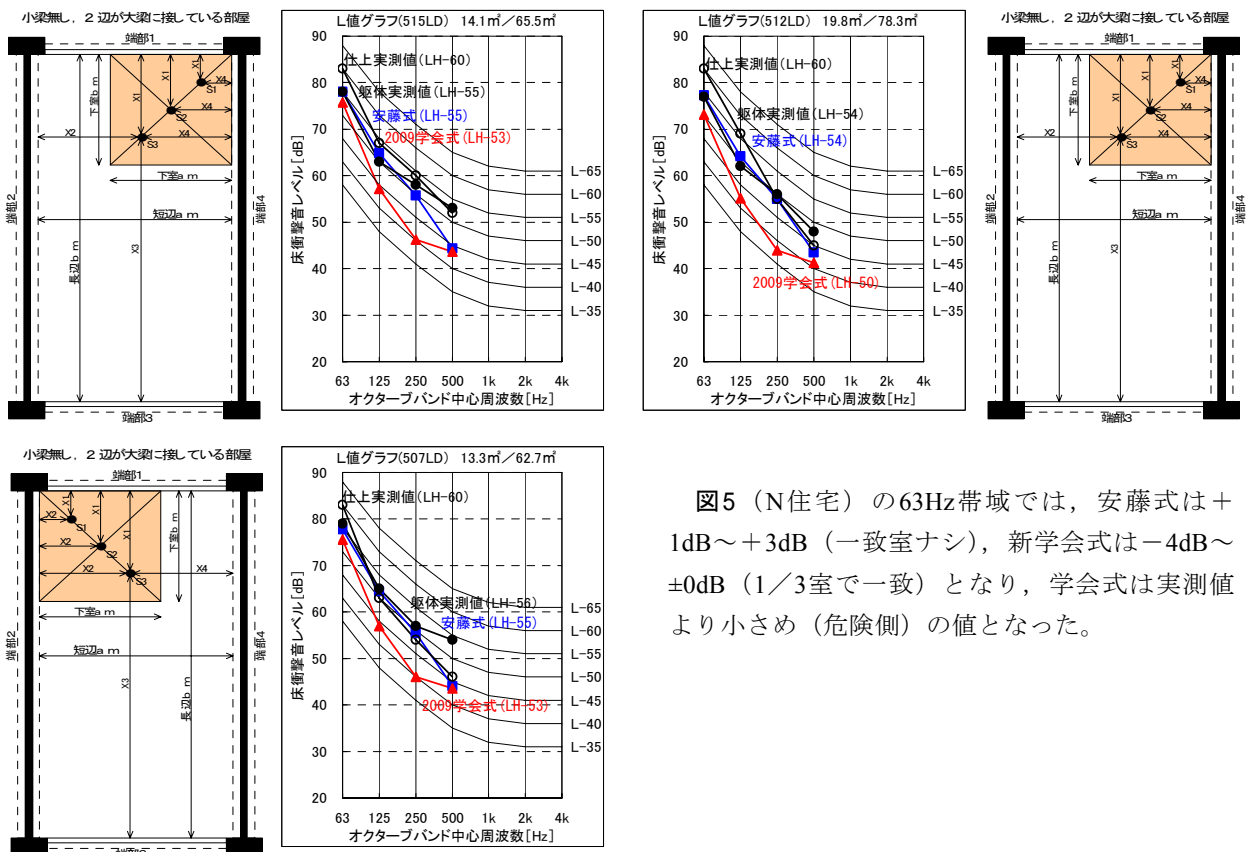


図5 (N住宅) の63Hz帯域では、安藤式は $+1\text{dB} \sim +3\text{dB}$ (一致室ナシ)、新学会式は $-4\text{dB} \sim \pm 0\text{dB}$ (1/3室で一致) となり、学会式は実測値より小さめ (危険側) の値となった。

図5 計算値と実測値の比較 (N住宅)

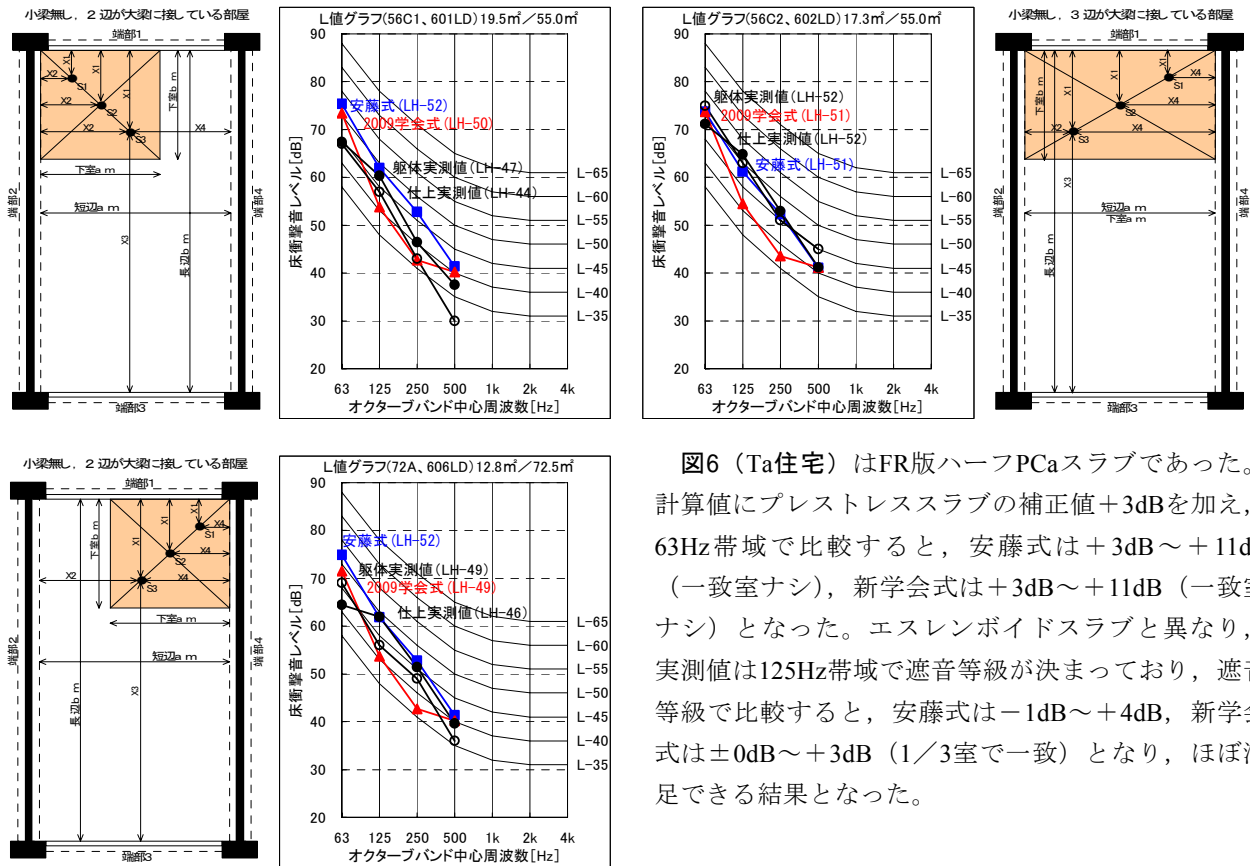


図6 計算値と実測値の比較 (Ta住宅)

図6 (Ta住宅) はFR版ハーフPCaスラブであった。計算値にプレストレススラブの補正值+3dBを加え、63Hz帯域で比較すると、安藤式は+3dB～+11dB (一致室ナシ)、新学会式は+3dB～+11dB (一致室ナシ) となった。エスレンボイドスラブと異なり、実測値は125Hz帯域で遮音等級が決まっており、遮音等級で比較すると、安藤式は-1dB～+4dB、新学会式は±0dB～+3dB (1/3室で一致) となり、ほぼ満足できる結果となった。

3. 計算値と実測値のL_H値比較

3.1 RC造単板スラブのL_H値

直張り床 (または躯体スラブ素面) のL_H値を比較すると、図7に示したように、安藤式は-3dB～+6dBの範囲にあり、5/17室で実測値より低くなり、2室で±0となった。

新学会式は-2dB～+5dBの範囲にあり、5/17室で実測値より低くなり、2室で±0となった。

2物件で「安藤式>新学会式」となり、1物件で「安藤式<新学会式」となった。共振によるインピーダンスレベル補正值の周波数帯域を細分化した新学会式のほうが若干精度が高いようである。

3.2 ボイドスラブのL_H値

図8に示したように、躯体スラブのL_H値を比較すると、安藤式は-1dB～+5dBの範囲にあり、2/9室で実測値より低くなり、2室で±0となった。

新学会式は-4dB～+3dBの範囲にあり、6/9室で実測値より低くなり、2室で±0となった。

サンプル数が少ないが、安藤式はほぼ安全側の計算結果となり、新学会式は2/3が実測値より低く、やや危険側の計算結果となった。

ボイドスラブの学会式による値は、二重床仕上げ後の遮音性能低下量 (1ランク, 5dB程度) も考慮に入れるとすればほぼ妥当な数値になる。

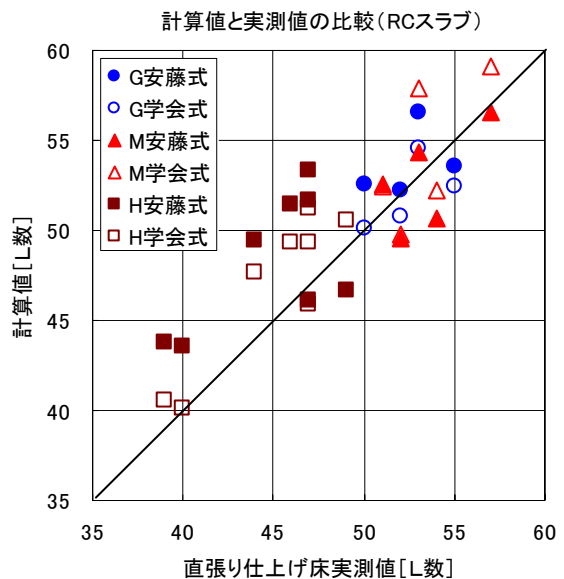
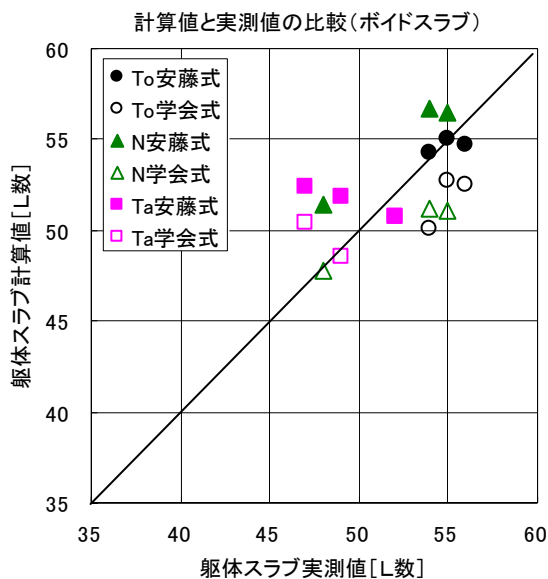


図7 L_H値比較 (RCスラブ)

図8 L_H値比較(ポイドスラブ)

4. まとめ

インピーダンス法による重量床衝撃音レベル計算方法の学会推奨式が改訂されたのに伴い、安藤式との相違点検証も含め、最近の当社施工物件で計算値と実測値の比較検討を行った。

R C造単板スラブの場合、躯体スラブ厚200mm～310mm、スラブ面積25㎡～62㎡のサンプル16室データからの比較であったが、仕上げ前躯体スラブのL_H値で比較すると、安藤式は-3dB～+6dBの範囲で、約30%の室で実測値より低く、12%の室で実測値と一致した。

新学会式は-2dB～+5dBの範囲で、同じく30%の室で実測値より低く、12%の室で実測値と一致した。

安藤式、新学会式のどちらを使ってもほぼ同じ結果となり、大スパン厚肉スラブへの対応も良いことが確認できた。

ポイドスラブは、躯体スラブ厚250mm～300mm（等価スラブ厚231mm～269mm）、スラブ面積55㎡～93㎡のサンプル9室データからの比較であったが、躯体スラブのL_H値を比較すると、安藤式は-1dB～+5dBの範囲で、約20%の室で実測値より低く、20%の室で実測値と一致した。

新学会式は-4dB～+3dBの範囲で、約67%の室で実測値より低く、20%の室で実測値と一致した。

安藤式はほぼ安全側の計算結果となったが、新学会式は2/3が実測値より低く、やや危険側の計算結果となった。

実測値には、施工誤差に加えて測定誤差も含まれている。最近の集合住宅は木質フローリング二重床が多く採用されており、仕上げ完了後の性能をすべて安全側で予測するのはさらに困難である。

従って、計算式は設計目標値に対する検討資料という位置づけとしておきたい。

参考文献

- [1] 日本建築学会：建物の床衝撃音防止設計，2009.11
- [2] 日本建築学会：建物の遮音設計資料，1988.8
- [3] 日本音響材料協会：音響技術，No.101，1998.3
- [4] 坂口紳一，井上勝夫，木田寛治：200mm厚P C aスラブのインピーダンス特性について，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-1，pp.155-156，1997.9
- [5] 木田寛治，井上勝夫，坂口紳一：P Cスラブの固有振動数とインピーダンス特性，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-1，pp.45-46，1996.9
- [6] 木田寛治，芦村昌士，宮川忠明：集合住宅の遮音性能，安藤建設技術研究所報，Vol.4，pp.7-13，1998.10

